

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-338359

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/293

G02B 6/32

G02B 6/42

(21)Application number : 11-147428

(71)Applicant : SEIKOH GIKEN CO LTD

(22)Date of filing : 27.05.1999

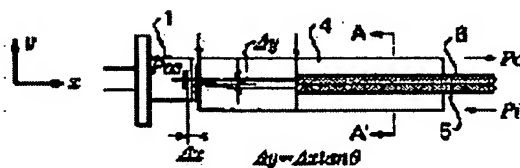
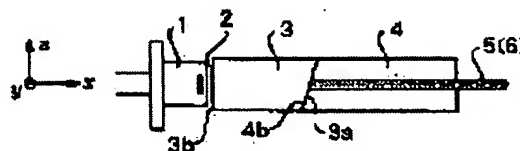
(72)Inventor : GO GIYOKUEI
TAKAHASHI MITSUO

(54) OPTICAL MONITOR MODULE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical monitor module which is extremely lessened in loss or the adverse influence to be exerted on a measured value by lessening the multiple reflections, etc., within the monitor module and has an easy-to- assemble structure.

SOLUTION: A pair of optical fibers 5 and 6 are used in this optical monitor module. The optical fibers 5 and 6 are fixed into a central hole of a ferrule 4 in such a manner that a pair of the optical fibers are made axisymmetrical to each other. The end face of the ferrule 4 is diagonally polished together with the optical fiber front ends. A GRIN lens 3 of a 1/4 pitch is connected coaxially with the inclined end face corresponding to the inclined end face of the ferrule. The other end face of the GRIN lens 3 is provided with multilayered films 2 having a specified branching ratio. A photodetector 1 is adhered and fixed from the one optical fiber 5 to the GRIN lens 3 and receives the collimated light transmitted through the multilayered films 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-338359
(P 2 0 0 0 - 3 3 8 3 5 9 A)
(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード (参考)
G02B 6/293		G02B 6/28	C 2H037
6/32		6/32	
6/42		6/42	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

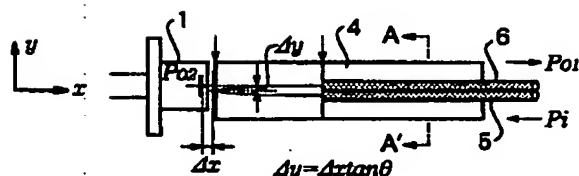
(21) 出願番号	特願平11-147428	(71) 出願人	000147350 株式会社精工技研 千葉県松戸市松飛台286番地の23
(22) 出願日	平成11年5月27日 (1999.5.27)	(72) 発明者	呉 玉英 千葉県松戸市松飛台286番地の23 株式会 社精工技研内
		(72) 発明者	高橋 光雄 千葉県松戸市松飛台286番地の23 株式会 社精工技研内
		(74) 代理人	100075144 弁理士 井ノ口 壽
		Fターム(参考)	2H037 BA12 CA10 CA12 CA18 CA19 DA03 DA04 DA05 DA15

(54) 【発明の名称】 光モニタモジュール

(57) 【要約】

【課題】 モニタモジュール内部の多重反射などを少なくして、損失または測定値に与える悪影響を極めて少なくする。また組立が容易な構造を備えた光モニタモジュールを提供することである。

【解決手段】 本発明による光モニタモジュールは、一対の光ファイバ5、6を用いる。前記光ファイバ5、6はフェルール4の中心孔に前記一対の光ファイバが相互に軸対称になるように固定される。フェルール4の端面は前記光ファイバ先端とともに傾斜研磨される。1/4ピッチのGRINレンズ3は前記フェルールの傾斜端面に対応する傾斜端面で同軸に接続される。GRINレンズ3の他端面には一定の分岐比をもつ多層膜2が設けられている。受光素子1は、前記一方の光ファイバ5から前記GRINレンズ3に接合固定され、前記多層膜2を透過したコリメートされた光を受光する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の光ファイバと、中心孔に前記一対の光ファイバが相互に軸対称になるように固定し、端面が前記光ファイバ先端とともに傾斜研磨されているフェルールと、前記フェルールの傾斜端面に対応する傾斜端面で同軸に接続される1/4ピッチGRINレンズと、前記GRINレンズの他端面に設けられ、一定の分岐比をもつ多層膜フィルタと、前記一方の光ファイバから前記GRINレンズに接続され前記フィルタを透過した光を受光する受光素子とから構成された光モニタモジュール。

【請求項2】 前記フェルールに設けられた中心孔は、前記光ファイバ対の光軸を対角線上に受け入れる正方形の孔である請求項1記載の光モニタモジュール。

【請求項3】 前記受光面上に入射する光の中心は前記GRINレンズの中心軸からずれており、傾きを持って入射させることにより、多重反射光の復帰結合を阻止している請求項1記載の光モニタモジュール。

【請求項4】 前記光モニタモジュールはさらに前記モジュールの支持手段をもち、前記支持手段は、前記GRINレンズの出射ビームを前記受光素子の受光端面の中心に位置して固定するものである請求項1記載の光モニタモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信システムあるいは光パワー伝送システムのインライン形光パワーモニタなどに利用できる光モニタモジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】光通信システムあるいは光パワー伝送システムにおいて、常にそれらのシステムの動作状況を監視する必要がある。このような監視システムとして、図7に示すように、光合分波器（波長フィルタ）202により監視専用の特定の波長 λ_m の信号を取り出して受光素子201で検出してモニタするシステムが知られている。

【0003】図7に示した従来の波長 λ_m の信号をモニタする方式では、監視専用波長（ λ_m ）信号の発生器（図示せず）が必要である。さらにその信号を伝送システムに接続するために他の光合分波器等のデバイスが必要になるから、システムの構成が複雑になり、コストも高くなる。しかも、この伝送システム内の監視専用の波長は伝送される信号とは別のもの、つまり伝送信号ではないから、監視専用波で伝送システムの動作を完全にモニタできないこともあり得る。

【0004】そのために図8に示す幹線光信号のみを利用する光分岐モニタ方式が考えられる。このシステムは、光合分岐器203により幹線光信号の一部の光量を取り出して受光素子201でシステムの動作状況をモニタするものである。

【0005】上記光合分岐器と受光器、あるいは光合分岐器と受光器とはそれぞれ独立して構成されているため、光コネクタなどを介して結合する必要がある。接続箇所が増える程、反射や接続不良などによる損失でモニタする誤差が大きくなり、しかも、システム構成が複雑になってくるため信頼性が低下する。

【0006】図6に示す受光装置（公開特許62-269909）は図8を参照して前述した装置に利用することができ、これにより伝送される光パワーをモニタする。図6に示す受光装置は、図8に記述した前記光合分岐器203と受光素子201とを組み合わせたものである。しかし図6に示すように、第2のGRINレンズ110の出射光は入力用光ファイバ105の出射光の性質を持ち、ビームの拡がり角は大きくなり約5°である。したがって、受光素子の受光端面でのビームスポット径は、レンズの出射端面と受光端面との距離に大きく依存することになる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】前記公開特許62-269909の明細書には光ファイバ105、106と第1のGRINレンズ103の右端面の具体的な接続構造などについては全く言及されていない。この図6に示した装置が実用化できるか否かは、入出力用ファイバの配置手段の構成により決まる。光ファイバ105、106が第1のGRINレンズ103の光軸対称位置に正確に固定され、接続端面間に反射が発生しても、光ファイバに戻らないようにする必要がある。このような条件を満たす構造が開発されない限り、前記装置は工業的に利用できないと思われる。

【0008】次に、前記受光装置では、第2のGRINレンズ110と受光端面との間では光の多重反射が発生することは避けられない。これらがパワーレベルの計測誤差の増加、および前記多重反射の反射戻り光が伝送システムへ悪影響を与える可能性がある。さらに前記受光装置は第1のGRINレンズ103の面103aと第2のGRINレンズ110の面110aとは光学的に等価な面となる。光ファイバ105の先端の像が110a面に形成され、受光素子（フォトダイオード）101はこの先端の像からの光を受けることになるから、受光素子（フォトダイオード）101の任意の受光面の受光量は、前記像からの距離に依存することになる。図6に示す装置の問題点は次のとおりである。

- a. 構造上では、GRINレンズを2個使用することで、部品の数が多くて、構造は大きくなる。
- b. レンズ110の出射ビームは、入力用光ファイバ105の出射光の性質を持ち、ビームの拡がり角は大きくて約5°である。したがって、受光素子の受光面でのビームスポット径はレンズの出射端面と受光素子の受光端面との距離に大きく依存し、受光装置を組み立てる際の光軸方向の距離調整は複雑になる。

c. レンズ 110 の出射端面での反射、およびレンズ 110 の出射端面と受光素子 101 の受光端面の間での多重反射が発生しやすい。本発明の目的は、光パワーモニタモジュール内部の多重反射などを防止し、伝送システムの安定性や測定値に与える悪影響を極めて少なくし、さらに組立も容易である構造を備えた光モニタモジュールを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明による光モニタモジュールは、一対の光ファイバと、中心孔に前記一対の光ファイバが相互に軸対称になるように固定し、端面が前記光ファイバ先端とともに傾斜研磨されているフェルールと、前記フェルールの傾斜端面に対応する傾斜端面で同軸に接続される 1/4 ピッチの GRIN レンズと、前記 GRIN レンズその他端面に設けられ、一定の分岐比をもつ多層膜フィルタと、前記一方の光ファイバから前記 GRIN レンズに接続され前記フィルタを透過した光を受光する受光素子とから構成されている。前記フィルタとして多層誘電膜を用いることができる。前記フェルールに設けられた中心孔は、前記光ファイバ対の光軸を対角線上に受け入れる正方形の孔とすることができる。前記受光面上に入射する光の中心は前記 GRIN レンズの中心軸からずれており、傾きを持って入射させることにより、多重反射光の復帰結合を阻止するように構成することができる。前記光モニタモジュールはさらに前記モジュールの支持手段をもち、前記支持手段は、前記 GRIN レンズの出射ビームを前記受光素子の受光端面の中心に位置して固定することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下図面等を参照して本発明による光モニタモジュールの実施の形態を説明する。図 1 は、本発明による光モニタモジュールの実施例概略の正面断面図、図 2 は、前記実施例概略の平面断面図、そして図 3 は、前記実施例に 2 本の光ファイバおよびそれを支持するフェルールの配置側面断面図である。GRIN レンズ 3 を形成する 1/4 ピッチの GRIN レンズの端面 3b に一定の分岐比をもつフィルタである多層膜 2 を接着固定する。多層膜 2 は光の透過および反射量を制御する。多層膜 2 はガラス薄板（厚さ 0.3mm 以下）に誘電膜を多層形成したものであり、入射光に対して一部を透過し大部分を反射させるものである。この透過と反射の割合は多層膜の光学設計により決定される。

【0011】多層膜の反射率（R）および透過率（T）の値は、膜の光学設計により多種類が製作できる。光パワーモニタとして使用する場合、反射率と透過率の比率は、 $R:T=90:10$ 、 $95:5$ 、および $99:1$ を採用する。具体的な比率は、幹線システムに伝送されている光パワーレベルに基づいて決定する。例えば、光パワーレベルが高い場合、モニタの光量は $1/100$ あれ

ば十分であるときは、 $99:1$ の多層膜を使用する。モニタ対象の光パワーレベルがそんなに高くない場合、モニタの光量は $1/10$ を取ればよいとき、 $90:10$ の多層膜を使用する。いずれかの多層膜を使用したならば、その後の光量調整は不可能である。

【0012】ガラスフェルール 4 には、正方形の貫通孔 4a が設けられている。2 本の光ファイバ 5、6 を平行かつ対角位置に挿入し、エポキシで接着固定する。その後光ファイバ 5、6 の先端はガラスフェルール 4 の先端 4b と同時に斜め平面研磨される。前記光ファイバ付ガラスフェルール 4 の研磨端面 4b は、前記 GRIN レンズ 3 と光軸アライメントをとり、相対位置を決めてエポキシなどを用いて固定する。

【0013】受光素子 1 の受光量は前述したように多層膜 2 の分岐比（T：R）を選択することにより決められる。極微小な光パワーだけを取り出して受光素子 1 で受光すれば、光伝送システムへの影響は極めて小さく抑えることができる。またこれにより、システムの動作状況を実際にモニタすることが可能である。

【0014】前記実施例をケースに実装した状態を図 5 を参照して説明する。多層膜 2 を支持した 1/4 ピッチの GRIN レンズ 3 は、ガラスフェルール 4 に接着固定されている。ガラスフェルール 4 はフェルールホルダ 8 に軸方向の相対位置を調節して固定されている。受光素子（フォトダイオード）1 は、フォトダイオードホルダ 7 に支持されている。フォトダイオードホルダ 7 とフェルールホルダ 8 は、図 1～4 に示す yz 方向の相対位置を調節して固定される。保護カバー 9 の先端内面はフォトダイオードホルダ 7 に被せられており、光モニタモジュールの全体を保護している。

【0015】次に図 1～図 4 を参照して、前記光モニタモジュールの実施例の幾何光学的特徴を説明する。受光素子 1 を形成するフォトダイオードの受光面積に合わせて、GRIN レンズの外径を選定すれば、光出射ビームのスポット径を選択することができる。例えば、直径 2.0mm の GRIN レンズを使用する場合、ビームのスポット径は 0.38mm になり、直径 1.0mm の GRIN レンズを使用する場合、ビームのスポット径は 0.19mm になる。また、GRIN レンズ 3 の出射光は平行ビームであるため、GRIN レンズの出射端面 3b と受光素子の受光端面との距離 Δx に関係なく、受光素子の受光端面に所定のビームスポット径で光パワー密度を与えることができる。

【0016】受光素子 1 の受光面への入射光には入射角を 0 より大きくすると、受光面と多層膜の端面間での多重反射により受光面に入る光量が減少し、測定誤差が改善できる。また、多重反射による反射戻り光が、光伝送システムへの悪影響を抑えることもできる。GRIN レンズ 3 の端面 3b での光出射角は GRIN レンズ端面 3a での光入射位置に依存し、次の 1/4 ピッチの GRIN

Nレンズ方程式(1)により決められる。

【式1】

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ \theta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{n_0 \sqrt{A}} \\ -n_0 \sqrt{A} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ \theta_1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\Delta_y = \Delta_x \tan \theta_2 \quad (2)$$

【0017】ここでは、 n_0 はGRINレンズ光軸上の屈折率であり、 \sqrt{A} はGRINレンズの半径方向での屈折率分布係数である。 X_1, θ_1 はGRINレンズ端面3aでの光入射位置及び入射角であり、 X_2, θ_2 はGRINレンズ端面3bでの光出射位置及び出射角である。前記式(1)により、光の出射位置は $X_2 = \theta_1 / n_0 \sqrt{A}$ となり、入射角を $\theta_1 = 0$ とすれば、出射位置は $X_2 = 0$ になる。つまり、レンズの出射光はGRINレンズの中心に位置する。また、光出射角は $\theta_2 = -n_0 \sqrt{A} X_1$ である。例えば $n_0 = 1.592$ 、 $\sqrt{A} = 0.295$ のGRINレンズを使用する場合、光入射位置を $X_1 = 62.5 \mu\text{m}$ とすれば、光出射角は $\theta_2 = 1.7^\circ$ になる。

【0018】一方、フォトダイオード受光端面での光入射角はGRINレンズ端面3bでの光出射角と等しいので、 1.7° である。フォトダイオード受光面での光入射角 θ_1 、およびフォトダイオード受光面とGRINレンズ端面3bとの距離 Δx が存在することで、レンズ光軸とフォトダイオード光軸との軸ずれが発生し、式

(2)により、 Δy が決められる。ここで、フォトダイオード受光面とGRINレンズ端面3bとの距離を $\Delta x = 1.2 \text{ mm}$ とする場合、前記軸ずれは、 $\Delta y = 36 \mu\text{m}$ になる。つまり、フォトダイオード受光面への光入射角があることで、フォトダイオード受光面とGRINレンズ端面3bとの間での光多重反射が抑えられ、それによる計測誤差を改善することができる。

【0019】本発明によるモジュールでは、多層膜の分岐比の設計により、パワーモニタに使われる光量を自由に設定できる。図4に示すように、多層膜への入射光パワー P_i が一定である場合、反射光パワー P_{r1} および透過光パワー P_{t1} はそれぞれ多層膜の反射率および透過率により決められ、常に $P_i = P_{r1} + P_{t1}$ となる。多層膜の光学設計により、反射率と透過率の比は $R : T = 90 : 10$ 、 $R : T = 99 : 1$ などに、正確かつ容易に設定できる。

【0020】以上詳しく説明した前記実施例について、本発明の範囲内で種々の変形を施すことができる。前記実施例の多層膜を波長選択フィルタとして使用すれば、伝送光に含まれる特定波長の信号を透過させ、フォトダイオードで受光し、モニタすることもできる。前記実施例として、ガラスフェルールの例を示したが、ジルコニア製のフェルールを使用することもできる。また、フェ

ルールの内孔を正方形にする例を示したが、中心孔に一对の光ファイバの先端が相互に装置の光軸軸対称になるように固定すればよく、長方形の孔に2本挿入したり、円孔に4本の光ファイバを挿入して対角に位置する一对を使用することもできる。

【0021】

【発明の効果】本発明の光パワーモニタモジュールでは、多層膜を介して幹線光パワーの微少光量を透過させてモニタに使用し、幹線光パワーの大部分を反射させて伝送を継続する。つまり、本発明では多層膜を利用したコンパクトな光パワーモニタを提案し、伝送システムの動作状況を確実にモニタすると同時に伝送システムへ与える悪影響を極めて小さく抑えることが可能である。1/4ピッチのGRINレンズ3を使用している。したがって、GRINレンズ3から多層膜2を透過したビームは平行であり、スポット径は伝送距離に依存しない。前述した先行例に比較して小形であり、ビームの径が距離に依存しないから組立も容易である。前記光パワーモニタモジュールを使用すれば、システムに伝送される光波長に関わらず、任意な時点に任意な光伝送システムの動作を高精度でモニタすることができ、システム構成の簡易化や低コスト化が達成できる。本発明の特長を要約すると次のとおりである。

- a. GRINレンズを1個使用することで、コストを低減し小形にできる。
- b. レンズの出力は、平行光であり、受光ビームのスポット径は、レンズの出射端面と受光素子の受光端面との距離に依存しないので、調整の手間はかからなくて、安価に製造できる。
- c. さらに、レンズの出射ビームは一定の出射角度を持っており、多重反射の改善や、光源への反射戻り光の改善になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光モニタモジュールの実施例概略の正面断面図である。

【図2】前記実施例の概略平面断面図である。

【図3】前記実施例に2本の光ファイバおよびそれを支持するフェルールの配置側面断面図である。

【図4】前記実施例の多層膜、GRINレンズ、ガラスフェールを取り出して拡大して示した平面概略断面図である。

【図5】前記実施例をケースに実装した状態を示す平面

7

8

概略断面図である。

【図6】光通信システムなどに利用できる従来の光モジュール（受光装置）を示す略図である。

【図7】光通信システムなどのパワーモニタの第1の構成例を示すブロック図である。

【図8】光通信システムなどのパワーモニタの第2の構成例を示すブロック図である。

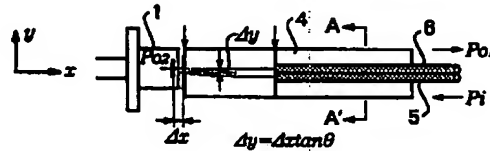
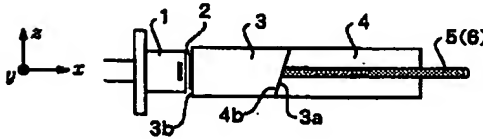
【符号の説明】

- 1 受光素子（フォトダイオード）
- 2 多層膜フィルタ（多層誘電膜）
- 3 コリメータGRINレンズ（1/4ピッチ）
- 3a GRINレンズの入射面
- 3b GRINレンズの出射面
- 4 フェルール
- 4a 角孔（貫通孔）

- 4b 出射面（傾斜平面研磨）
- 5, 6 光ファイバ
- 7 受光素子（フォトダイオード）ホルダ
- 8 フェルールホルダ
- 9 保護カバー
- 101 受光素子（フォトダイオード）
- 102 多層膜
- 103 第1のGRINレンズ
- 105 モジュール入力用光ファイバ
- 106 モジュール出力用光ファイバ
- 110 第2のGRINレンズ
- 201 受光素子（フォトダイオード）
- 202 光合分波器
- 203 光合分岐器

【図1】

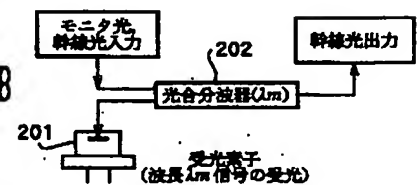
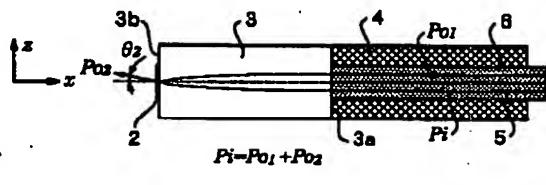
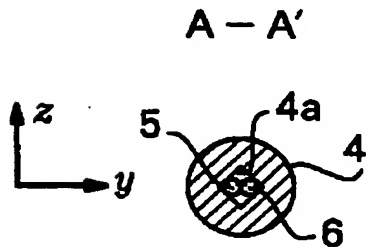
【図2】



【図3】

【図4】

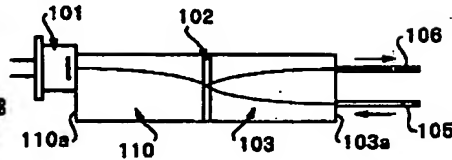
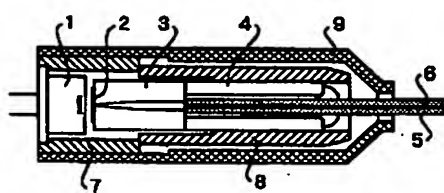
【図7】



【図6】

【図5】

PRIOR ART (S82-288909)



【図8】

